

REGIONE MOLISE



PROVINCIA DI CAMPOBASSO



COMUNE DI GUGLIONESI



Denominazione impianto:

CONTRADA DEL FICO

Ubicazione:

Comune di Guglionesi (CB)  
Località "Contrada del Fico"

Fogli: 85

Particelle: varie

## PROGETTO DEFINITIVO

per la realizzazione di un impianto agrovoltaico da ubicare in agro del comune di Guglionesi (CB) in località "Contrada del Fico", potenza nominale pari a 45,60 MW in DC, e delle relative opere di connessione alla RTN ricadenti nei comuni di Guglionesi (CB), Palata (CB) e Montecilfone (CB).

PROPONENTE



METKA EGN RENEWABLES DEVELOPMENT ITALY S.R.L.

Piazza Fontana n.6 - 20122 Milano (MI)

Partita IVA: 11737990967

Indirizzo PEC: metkaegnrenewables@legalmail.it

ELABORATO

Calcoli Preliminari sugli Impianti

Tav. n°

1CPI

Scala

Aggiornamenti	Numero	Data	Motivo	Eseguito	Verificato	Approvato
	Rev 0	Giugno 2022	Istanza per l'avvio del procedimento di rilascio del provvedimento di VIA nell'ambito del Provvedimento Unico in materia Ambientale ai sensi dell'art.27 del D.Lgs.152/2006 e ss.mm.ii.			

PROGETTAZIONE

Dott. Ing. ANTONIO ALFREDO AVALLONE  
Contrada Lama n.18 - 75012 Bernalda (MT)  
Ordine degli Ingegneri di Matera n. 924  
PEC: grmgrouprl@pec.it  
Cell: 339 796 8183



IL TECNICO

Dott. Ingegnere NICOLA INCAMPO  
Altamura BA-70022  
P.IVA 08150200723  
Ordine Ingegneri di Bari n°6280  
PEC:nicola.incampo6280@pec.ordingbari



Spazio riservato agli Enti

<b>CALCOLI PRELIMINARI SUGLI IMPIANTI</b>	<b>2</b>
<b>PREMESSA</b>	<b>2</b>
<b>DATI GENERALI IDENTIFICATIVI DELLA SOCIETÀ PROPONENTE</b>	<b>2</b>
<b>RIFERIMENTI NORMATIVI</b>	<b>3</b>
<b>CRITERIO GENERALE DI CALCOLO</b>	<b>9</b>
<b>CRITERIO DI STIMA DELL'ENERGIA PRODOTTA</b>	<b>10</b>
<b>DATI GENERALI DEL PROGETTO</b>	<b>13</b>
<b>CALCOLI E VERIFICHE ELETTRICHE</b>	<b>18</b>

## CALCOLI PRELIMINARI SUGLI IMPIANTI

### PREMESSA

Il sottoscritto ing. Nicola Incampo, nato ad Altamura il 31/03/1972, C.F. NCMNCL72C31A225M, regolarmente iscritto all'Albo degli Ingegneri della Provincia di Bari col n. 6280, progettista della INF di Felice Incampo, con sede in Via Golgota 3/B – 70022 Altamura (BA), P.I. 08150200723, incaricato dalla **METKA EGN RENEWABLES DEVELOPMENT ITALY S.R.L.** con sede in Piazza Fontana n.6 - 20122 Milano (MI), Partita IVA: 11737990967, della progettazione dell'impianto elettrico a servizio dell'impianto fotovoltaico della Potenza nominale in **DC 45,6 MWp**, identificato dal codice di rintracciabilità **202002611**, da realizzare in località **Contrada del Fico** in agro di Guglionesi (CB), su terreni censiti al Fg. 85 Particelle varie, redige la presente relazione tecnica relativa ai calcoli preliminari sugli impianti elettrici.

Il progetto è finalizzato alla produzione della cosiddetta energia elettrica "pulita" e ben si inquadra nel disegno nazionale di incremento delle risorse energetiche utilizzando fonti alternative a quelle di sfruttamento dei combustibili fossili, ormai reputate spesso dannose per gli ecosistemi e per la salvaguardia ambientale.

### DATI GENERALI IDENTIFICATIVI DELLA SOCIETÀ PROPONENTE

Il progetto in esame è proposto dalla società:



#### **METKA EGN RENEWABLES DEVELOPMENT ITALY S.R.L.**

Piazza Fontana n.6 - 20122 Milano (MI)

Partita IVA: 11737990967

Indirizzo PEC: metkaegnrenewables@legalmail.it

## RIFERIMENTI NORMATIVI

Gli impianti fotovoltaici e i relativi componenti devono rispettare, ove di pertinenza, le prescrizioni contenute nelle seguenti norme di riferimento, comprese eventuali varianti, aggiornamenti ed estensioni emanate successivamente dagli organismi di normazione citati.

Si applicano inoltre i documenti tecnici emanati dai gestori di rete riportanti disposizioni applicative per la connessione di impianti fotovoltaici collegati alla rete elettrica e le prescrizioni di autorità locali, comprese quelle dei VVFF.

### Normativa generale

**Decreto Legislativo n. 504 del 26-10-1995, aggiornato 1-06-2007:** Testo Unico delle disposizioni legislative concernenti le imposte sulla produzione e sui consumi e relative sanzioni penali e amministrative.

**Decreto Legislativo n. 387 del 29-12-2003:** attuazione della direttiva 2001/77/CE relativa alla promozione dell'energia elettrica prodotta da fonti energetiche rinnovabili nel mercato interno dell'elettricità.

**Legge n. 239 del 23-08-2004:** riordino del settore energetico, nonché delega al Governo per il riassetto delle disposizioni vigenti in materia di energia.

**Decreto Legislativo n. 192 del 19-08-2005:** attuazione della direttiva 2002/91/CE relativa al rendimento energetico nell'edilizia.

**Decreto Legislativo n. 311 del 29-12-2006:** disposizioni correttive ed integrative al decreto legislativo 19 agosto 2005, n. 192, recante attuazione della direttiva 2002/91/CE, relativa al rendimento energetico nell'edilizia.

**Decreto Legislativo n. 115 del 30-05-2008:** attuazione della direttiva 2006/32/CE relativa all'efficienza degli usi finali dell'energia e i servizi energetici e abrogazione della direttiva 93/76/CEE.

**Decreto Legislativo n. 56 del 29-03-2010:** modifiche e integrazioni al decreto 30 maggio 2008, n. 115.

**Decreto del presidente della repubblica n. 59 del 02-04-2009:** regolamento di attuazione dell'articolo 4, comma 1, lettere a) e b), del decreto legislativo 19 agosto 2005, n. 192, concernente attuazione della direttiva 2002/91/CE sul rendimento energetico in edilizia.

**Decreto Legislativo n. 26 del 2-02-2007:** attuazione della direttiva 2003/96/CE che ristruttura il quadro comunitario per la tassazione dei prodotti energetici e dell'elettricità.

**Decreto Legge n. 73 del 18-06-2007:** testo coordinato del Decreto Legge 18 giugno 2007, n. 73.

**Decreto 2-03-2009:** disposizioni in materia di incentivazione della produzione di energia elettrica mediante conversione fotovoltaica della fonte solare.

**Legge n. 99 del 23 luglio 2009:** disposizioni per lo sviluppo e l'internazionalizzazione delle imprese, nonché in materia di energia.

**Legge 13 Agosto 2010, n. 129 (GU n. 192 del 18-8-2010):** Conversione in legge, con modificazioni, del decreto-legge 8 luglio 2010, n. 105, recante misure urgenti in materia di energia. Proroga di termine per l'esercizio di delega legislativa in materia di riordino del sistema degli incentivi. (Art. 1-septies - Ulteriori disposizioni in materia di impianti per la produzione di energia da fonti rinnovabili).

**Decreto legislativo del 3 marzo 2011, n. 28:** Attuazione della direttiva 2009/28/CE sulla promozione dell'uso dell'energia da fonti rinnovabili.

**Decreto legge del 22 giugno 2012, n. 83:** misure urgenti per la crescita del Paese.

**Legge 11 agosto 2014, n. 116:** conversione in legge, con modificazioni, del decreto-legge 24 giugno 2014, n. 91, recante disposizioni urgenti per il settore agricolo, la tutela ambientale e l'efficientamento energetico dell'edilizia scolastica e universitaria, il rilancio e lo sviluppo delle imprese, il contenimento dei costi gravanti sulle tariffe elettriche, nonché per la definizione immediata di adempimenti derivanti dalla normativa europea. (GU Serie Generale n.192 del 20-8-2014 - Suppl. Ordinario n. 72).

**Decreto Ministero dello sviluppo economico del 19 maggio 2015 (GU n.121 del 27-5-2015):** approvazione del modello unico per la realizzazione, la connessione e l'esercizio di piccoli impianti fotovoltaici integrati sui tetti degli edifici.

### Sicurezza

**D.Lgs. 81/2008:** (testo unico della sicurezza): misure di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro e succ. mod. e int.

**DM 37/2008:** sicurezza degli impianti elettrici all'interno degli edifici.

Ministero dell'interno

**"Guida per l'installazione degli impianti fotovoltaici" - DCPREV, prot.5158 - Edizione 2012.**

**"Guida per l'installazione degli impianti fotovoltaici" - Nota DCPREV, prot.1324 - Edizione 2012.**

**"Guida per l'installazione degli impianti fotovoltaici" - Chiarimenti alla Nota DCPREV, prot.1324 "Guida per l'installazione degli impianti fotovoltaici – Edizione 2012".**

Normativa fotovoltaica

**CEI 82-25:** guida alla realizzazione di sistemi di generazione fotovoltaica collegati alle reti elettriche di Media e Bassa Tensione.

**CEI 82-25; V2:** guida alla realizzazione di sistemi di generazione fotovoltaica collegati alle reti elettriche di Media e Bassa Tensione.

**CEI EN 60904-1(CEI 82-1):** dispositivi fotovoltaici Parte 1: Misura delle caratteristiche fotovoltaiche tensione-corrente.

**CEI EN 60904-2 (CEI 82-2):** dispositivi fotovoltaici - Parte 2: Prescrizione per le celle fotovoltaiche di riferimento.

**CEI EN 60904-3 (CEI 82-3):** dispositivi fotovoltaici - Parte 3: Principi di misura per sistemi solari fotovoltaici per uso terrestre e irraggiamento spettrale di riferimento.

**CEI EN 61215 (CEI 82-8):** moduli fotovoltaici in silicio cristallino per applicazioni terrestri. Qualifica del progetto e omologazione del tipo.

**CEI EN 61646 (82-12):** moduli fotovoltaici (FV) a film sottile per usi terrestri - Qualifica del progetto e approvazione di tipo.

**CEI EN 61724 (CEI 82-15):** rilievo delle prestazioni dei sistemi fotovoltaici - Linee guida per la misura, lo scambio e l'analisi dei dati.

**CEI EN 61730-1 (CEI 82-27):** qualificazione per la sicurezza dei moduli fotovoltaici (FV) - Parte 1: Prescrizioni per la costruzione.

**CEI EN 61730-2 (CEI 82-28):** qualificazione per la sicurezza dei moduli fotovoltaici (FV) - Parte 2: Prescrizioni per le prove.

**CEI EN 62108 (82-30):** moduli e sistemi fotovoltaici a concentrazione (CPV) - Qualifica di progetto

5

e approvazione di tipo.

**CEI EN 62093 (CEI 82-24):** componenti di sistemi fotovoltaici - moduli esclusi (BOS) - Qualifica di progetto in condizioni ambientali naturali.

**CEI EN 50380 (CEI 82-22):** fogli informativi e dati di targa per moduli fotovoltaici.

**CEI EN 50521 (CEI 82-31):** connettori per sistemi fotovoltaici - Prescrizioni di sicurezza e prove.

**CEI EN 50524 (CEI 82-34):** fogli informativi e dati di targa dei convertitori fotovoltaici.

**CEI EN 50530 (CEI 82-35):** rendimento globale degli inverter per impianti fotovoltaici collegati alla rete elettrica.

**EN 62446 (CEI 82-38):** grid connected photovoltaic systems - Minimum requirements for system documentation, commissioning tests and inspection.

**CEI 20-91:** cavi elettrici con isolamento e guaina elastomerici senza alogeni non propaganti la fiamma con tensione nominale non superiore a 1 000 V in corrente alternata e 1 500 V in corrente continua per applicazioni in impianti fotovoltaici.

**UNI 10349:** riscaldamento e raffrescamento degli edifici. Dati climatici.

**CEI 0-2:** guida per la definizione della documentazione di progetto per impianti elettrici.

**CEI 0-16:** regola tecnica di riferimento per la connessione di Utenti attivi e passivi alle reti AT ed MT delle imprese distributrici di energia elettrica.

**CEI 0-21:** regola tecnica di riferimento per la connessione di Utenti attivi e passivi alle reti BT delle imprese distributrici di energia elettrica.

**CEI 11-20:** impianti di produzione di energia elettrica e gruppi di continuità collegati a reti di I e II categoria.

**CEI EN 50438 (CT 311-1):** prescrizioni per la connessione di micro-generatori in parallelo alle reti di distribuzione pubblica in bassa tensione.

**CEI 64-8:** impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V in corrente alternata e a 1500 V in corrente continua.

**CEI EN 60099-1 (CEI 37-1):** scaricatori - Parte 1: Scaricatori a resistori non lineari con spinterometri per sistemi a corrente alternata

**CEI EN 60439 (CEI 17-13):** apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri BT).

**CEI EN 60445 (CEI 16-2):** principi base e di sicurezza per l'interfaccia uomo-macchina, marcatura e identificazione - Individuazione dei morsetti e degli apparecchi e delle estremità dei conduttori designati e regole generali per un sistema alfanumerico.

**CEI EN 60529 (CEI 70-1):** gradi di protezione degli involucri (codice IP).

**CEI EN 60555-1 (CEI 77-2):** disturbi nelle reti di alimentazione prodotti da apparecchi elettrodomestici e da equipaggiamenti elettrici simili - Parte 1: Definizioni.

**CEI EN 61000-3-2 (CEI 110-31):** compatibilità elettromagnetica (EMC) - Parte 3: Limiti - Sezione 2: Limiti per le emissioni di corrente armonica (apparecchiature con corrente di ingresso " = 16 A per fase).

**CEI EN 62053-21 (CEI 13-43):** apparati per la misura dell'energia elettrica (c.a.) - Prescrizioni particolari - Parte 21: Contatori statici di energia attiva (classe 1 e 2).

**CEI EN 62053-23 (CEI 13-45):** apparati per la misura dell'energia elettrica (c.a.) - Prescrizioni particolari - Parte 23: Contatori statici di energia reattiva (classe 2 e 3).

**CEI EN 50470-1 (CEI 13-52):** apparati per la misura dell'energia elettrica (c.a.) - Parte 1: Prescrizioni generali, prove e condizioni di prova - Apparato di misura (indici di classe A, B e C).

**CEI EN 50470-3 (CEI 13-54):** apparati per la misura dell'energia elettrica (c.a.) - Parte 3: Prescrizioni particolari - Contatori statici per energia attiva (indici di classe A, B e C).

**CEI EN 62305 (CEI 81-10):** protezione contro i fulmini.

**CEI 81-3:** valori medi del numero di fulmini a terra per anno e per chilometro quadrato.

**CEI 20-19:** cavi isolati con gomma con tensione nominale non superiore a 450/750 V.

**CEI 20-20:** cavi isolati con polivinilcloruro con tensione nominale non superiore a 450/750 V.

**CEI 13-4:** sistemi di misura dell'energia elettrica - Composizione, precisione e verifica.

**CEI UNI EN ISO/IEC 17025:2008:** requisiti generali per la competenza dei laboratori di prova e di taratura.

### Connessione

**Delibera ARG/ELT n. 33-08:** condizioni tecniche per la connessione alle reti di distribuzione dell'energia elettrica a tensione nominale superiore ad 1 kV.

**Deliberazione 84/2012/R/EEL:** interventi urgenti relativi agli impianti di produzione di energia elettrica, con particolare riferimento alla generazione distribuita, per garantire la sicurezza del sistema elettrico nazionale.

Ritiro dedicato

**Delibera ARG/ELT n. 280-07:** modalità e condizioni tecnico-economiche per il ritiro dell'energia elettrica ai sensi dell'articolo 13, commi 3 e 4, del decreto legislativo 29 dicembre 2003, n. 387-03, e del comma 41 della legge 23 agosto 2004, n. 239-04.

Servizio di misura

**Delibera ARG/ELT n. 88-07:** disposizioni in materia di misura dell'energia elettrica prodotta da impianti di generazione.

**TIME (2016-2019) - Allegato B Delibera 654/2015/R/EEL:** testo integrato delle disposizioni per l'erogazione del servizio di misura dell'energia elettrica.

TICA

**Delibera ARG/ELT n. 99-08 TICA:** testo integrato delle condizioni tecniche ed economiche per la connessione alle reti elettriche con obbligo di connessione di terzi degli impianti di produzione di energia elettrica (Testo integrato delle connessioni attive – TICA).

**Deliberazione ARG/ELT 124/10:** Istituzione del sistema di Gestione delle Anagrafiche Uniche Degli Impianti di produzione e delle relative unità (GAUDI) e razionalizzazione dei flussi informativi tra i vari soggetti operanti nel settore della produzione di energia elettrica.

**Deliberazione ARG/ELT n. 181-10:** attuazione del decreto del Ministro dello Sviluppo Economico, di concerto con il Ministro dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare 6 agosto 2010, ai fini dell'incentivazione della produzione di energia elettrica mediante conversione fotovoltaica della fonte solare.

TISP

**Delibera ARG/ELT n. 188-05:** definizione del soggetto attuatore e delle modalità per l'erogazione delle tariffe incentivanti degli impianti fotovoltaici, in attuazione dell'articolo 9 del decreto del Ministro delle attività produttive, di concerto con il Ministro dell'ambiente e della tutela del territorio, 28 luglio 2005 con modifiche e integrazioni introdotte con le delibere n. 40/06, n. 260/06, 90/07, ARG/ELT 74/08 e ARG/ELT 1/09.

**TISP - Delibera ARG/ELT n. 74-08:** testo integrato delle modalità e delle condizioni tecnico-economiche per lo scambio sul posto.

**Delibera ARG/ELT n.1-09:** attuazione dell'articolo 2, comma 153, della legge n. 244/07 e dell'articolo 20 del decreto ministeriale 18 dicembre 2008, in materia di incentivazione dell'energia elettrica prodotta da fonti rinnovabili tramite la tariffa fissa onnicomprensiva e di scambio sul posto.

**TISP 2013 Deliberazione n. 570/2012/R/EFR** - Testo integrato delle modalità e delle condizioni tecnico-economiche per l'erogazione del servizio di scambio sul posto: condizioni per l'anno 2013.

**TISP 2014 - Allegato A alla deliberazione 570/2012/R/EEL:** testo integrato delle modalità e delle condizioni tecnico-economiche per l'erogazione del servizio di scambio sul posto con integrazioni e modifiche apportate con deliberazioni 578/2013/R/EEL, 614/2013/R/EEL e 612/2014/R/EEL.

**Documento per la consultazione 488/2013/R/EFR:** scambio sul posto: aggiornamento del limite massimo per la restituzione degli oneri generali di sistema nel caso di impianti alimentati da fonti rinnovabili.

## TERNA

---

**Gestione transitoria dei flussi informativi per GAUDÌ.**

**GAUDÌ - Gestione anagrafica unica degli impianti e delle unità di produzione.**

**FAQ GAUDÌ**

**Requisiti minimi per la connessione e l'esercizio in parallelo con la rete AT (Allegato A.68).**

**Criteri di connessione degli impianti di produzione al sistema di difesa di Terna (Allegato A.69).**

**Regolazione tecnica dei requisiti di sistema della generazione distribuita (Allegato A.70).**

I riferimenti di cui sopra possono non essere esaustivi. Ulteriori disposizioni di legge, norme e deliberazioni in materia, anche se non espressamente richiamati, si considerano applicabili.

## CRITERIO GENERALE DI CALCOLO

Il principio progettuale normalmente utilizzato per un impianto fotovoltaico è quello di massimizzare la captazione della radiazione solare annua disponibile.

Nella generalità dei casi, il generatore fotovoltaico deve essere esposto alla luce solare in modo

ottimale, scegliendo prioritariamente l'orientamento a Sud ed evitando fenomeni di ombreggiamento. In funzione degli eventuali vincoli architettonici della struttura che ospita il generatore stesso, sono comunque adottati orientamenti diversi e sono ammessi fenomeni di ombreggiamento, purché adeguatamente valutati.

Perdite d'energia dovute a tali fenomeni incidono sul costo del kWh prodotto e sul tempo di ritorno dell'investimento.

## CRITERIO DI STIMA DELL'ENERGIA PRODOTTA

L'energia generata dipende:

- dal sito di installazione (latitudine, radiazione solare disponibile, temperatura, riflettanza della superficie antistante i moduli);
- dall'esposizione dei moduli: angolo di inclinazione (Tilt) e angolo di orientazione (Azimut);
- da eventuali ombreggiamenti o insudiciamenti del generatore fotovoltaico;
- dalle caratteristiche dei moduli: potenza nominale, coefficiente di temperatura, perdite per disaccoppiamento o mismatch;
- dalle caratteristiche del BOS (Balance Of System).

Il valore del BOS può essere stimato direttamente oppure come complemento all'unità del totale delle perdite, calcolate mediante la seguente formula:

$$\text{Totale perdite [\%]} = [1 - (1 - a - b) \times (1 - c - d) \times (1 - e) \times (1 - f)] + g$$

per i seguenti valori:

- a Perdite per riflessione.
- b Perdite per ombreggiamento.
- c Perdite per mismatching.
- d Perdite per effetto della temperatura.
- e Perdite nei circuiti in continua.
- f Perdite negli inverter.
- g Perdite nei circuiti in alternata.

Al fine di contenere le perdite totali, un corretto dimensionamento della distanza tra le strutture e l'assenza di altre costruzioni rilevanti in prossimità dell'impianto, consentono di ritenere le perdite per riflessione e per ombreggiamento trascurabili.

Una buona scelta delle apparecchiature (moduli fotovoltaici e inverter) e la loro corretta installazione consente di limitare al massimo le perdite per effetto della temperatura.

Analogamente in fase di installazione una buona selezione dei moduli per la formazione delle stringhe, sulla base delle caratteristiche elettriche riportate nei flash report dei lotti di produzione dei moduli, e la formazione delle stringhe con moduli caratteristiche elettriche uguali ( a meno di piccole differenze) ma soprattutto aventi tensioni nominali molto simili, consente di limitare l'effetto delle correnti parassite che si determinano tra apparecchiature con tensioni differenti, e di conseguenza di limitare le perdite dovute al mismatching dei moduli.

Pertanto per consentire di massimizzare le perdite di energia vanno tenute in debita considerazione le perdite nei circuiti in corrente continua ed in corrente alternata.

Ciò si concretizza con il corretto dimensionamento delle sezioni dei circuiti, che devono essere tali da contenere la caduta di tensione globale dell'impianto entro l'ordine del 4%, ma anche tali da contenere il costo di realizzazione dell'impianto.

Un corretto dimensionamento del sistema consente inoltre di garantirne il corretto funzionamento, occorre infatti ricordare che tutti gli inverter sono caratterizzati da una tensione massima di esercizio, ma anche di un range di tensione in ingresso entro il quale è garantito il funzionamento dell'inverter e nel quale si ha la conversione di energia da continua in alternata, ora poiché i moduli fotovoltaici hanno una caratteristica corrente tensione che varia al variare della temperatura secondo dei coefficienti caratteristici di temperatura di ciascun modulo, occorre verificare che le caratteristiche elettriche della stringa siano compatibili con quelle dell'inverter, al fine di evitarne danneggiamenti e di consentirne il corretto funzionamento.

Occorre pertanto una volta scelti inverter e moduli fotovoltaici, ed aver determinato il numero di moduli da collegare in serie a formare la stringa, verificate che in corrispondenza dei valori minimi della temperatura di lavoro dei moduli (-10 °C) e dei valori massimi di lavoro degli stessi (70 °C) sono verificate le seguenti disuguaglianze:

### **TENSIONI MPPT**

Tensione nel punto di massima potenza,  $V_m$ , a 70 °C maggiore o uguale alla Tensione MPPT minima ( $V_{mppt\ min}$ ).

Tensione nel punto di massima potenza,  $V_m$ , a -10 °C minore o uguale alla Tensione MPPT massima ( $V_{mppt\ max}$ ).

I valori di MPPT rappresentano i valori minimo e massimo della finestra di tensione utile per la ricerca del punto di funzionamento alla massima potenza.

### **TENSIONE MASSIMA**

Tensione di circuito aperto, Voc, a -10 °C minore o uguale alla tensione massima di ingresso dell'inverter.

### **TENSIONE MASSIMA MODULO**

Tensione di circuito aperto, Voc, a -10 °C minore o uguale alla tensione massima di sistema del modulo.

### **CORRENTE MASSIMA**

Corrente massima (corto circuito) generata, Isc, minore o uguale alla corrente massima di ingresso dell'inverter.

### **DIMENSIONAMENTO**

Dimensionamento compreso tra il 70 % e 120 %.

Per dimensionamento si intende il rapporto percentuale tra la potenza nominale dell'inverter e la potenza del generatore fotovoltaico a esso collegato (nel caso di sottoimpianti MPPT, il dimensionamento è verificato per il sottoimpianto MPPT nel suo insieme).

## DATI GENERALI DEL PROGETTO

I moduli fotovoltaici sono i Hiku 7 Mono Perc 640 W della Canadian Solar, e sono in silicio monocristallino, 132 celle(2x(11x6)) celle, pertanto di dimensioni 2384 × 1303 × 35 mm, ovvero ad alta efficienza, e ciò garantisce a parità di potenza installata una minore occupazione del suolo rispetto a moduli con efficienza standard

Sono caratterizzati da una cornice in alluminio e da una lastra di protezione delle celle in EVA, che garantiscono una elevata resistenza meccanica, una resistenza al fuoco di classe A tipo 3 oltre a ottime prestazioni da un punto di vista di minori perdite per le connessioni elettriche, minori perdite dovute ad ombreggiamenti e minori perdite per temperature.

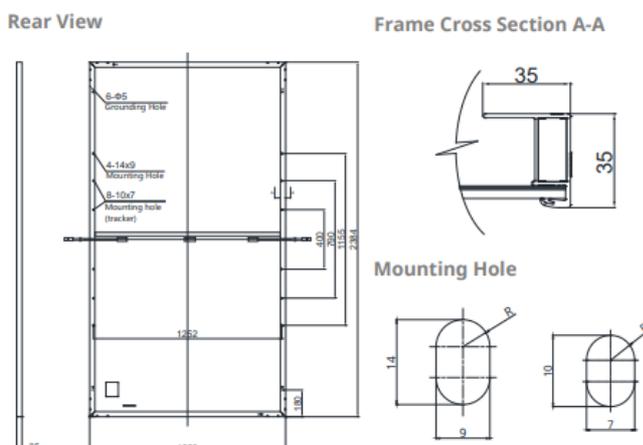


# HiKu7 Mono PERC

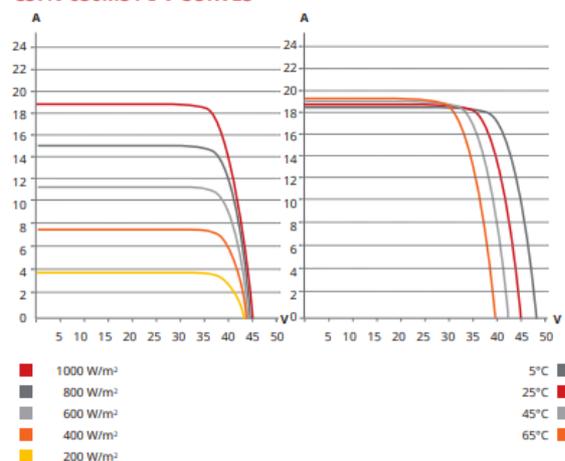
640 W ~ 665 W  
 CS7N-640 | 645 | 650 | 655 | 660 | 665MS

I moduli scelti sono caratterizzati da elevate efficienza, oltre che da tolleranze positive e da buona insensibilità alle variazioni delle tensioni al variare della temperature, come evidenziato dalle seguenti curve caratteristiche.

### ENGINEERING DRAWING (mm)



### CS7N-650MS / I-V CURVES



E dai seguenti parametri tecnici

**ELECTRICAL DATA | STC\***

CS7N	640MS	645MS	650MS	655MS	660MS	665MS
Nominal Max. Power (Pmax)	640 W	645 W	650 W	655 W	660 W	665 W
Opt. Operating Voltage (Vmp)	37.5 V	37.7 V	37.9 V	38.1 V	38.3 V	38.5 V
Opt. Operating Current (Imp)	17.07 A	17.11 A	17.16 A	17.20 A	17.24 A	17.28 A
Open Circuit Voltage (Voc)	44.6 V	44.8 V	45.0 V	45.2 V	45.4 V	45.6 V
Short Circuit Current (Isc)	18.31 A	18.35 A	18.39 A	18.43 A	18.47 A	18.51 A
Module Efficiency	20.6%	20.8%	20.9%	21.1%	21.2%	21.4%
Operating Temperature	-40°C ~ +85°C					
Max. System Voltage	1500V (IEC) or 1000V (IEC)					
Module Fire Performance	CLASS C (IEC 61730)					
Max. Series Fuse Rating	30 A					
Application Classification	Class A					
Power Tolerance	0 ~ + 10 W					

\* Under Standard Test Conditions (STC) of irradiance of 1000 W/m<sup>2</sup>, spectrum AM 1.5 and cell temperature of 25°C.

Gli inverter assolvono la funzione di trasformare la corrente prodotta dai moduli fotovoltaici da continua in alternata, la scelta progettuale prevede come detto l'installazione di 10 inverter centralizzati di marca SMA modello SC 4000 UP S2 alloggiati in Medium Voltage Power Station, ovvero shelter prefabbricati, preassemblati e cablati plug and play.



SMA Medium Voltage Power Station (MVPS) offre la massima densità di potenza in un design "Plug and Play" oltre che ad essere completo dell'hardware più affidabile, tecnologicamente avanzato e certificato a livello internazionale per la trasformazione dell'energia in tutte le condizioni climatiche. Fra i primi sistemi utilizzabili a livello globale, è ideale per la nuova generazione di centrali fotovoltaiche da 1500 V CC.

La soluzione su skid preconfigurata da 20 piedi è caratterizzata dalla semplicità di trasporto e la rapidità di messa in servizio. SMA Medium Voltage Power Station garantisce la massima sicurezza dell'impianto con massimi rendimenti energetici e riduce al minimo i rischi logistici e operativi per gli impianti fotovoltaici.

La modularità consente una distribuzione baricentrica in campo degli inverter, ottimizzando la distribuzione ed il cablaggio della sezione DC, inoltre le elevate tensioni operative (massima tensione e massima tensione operative pari a 1500 V, consentono la connessione di un maggior numero di stringhe in serie, ottimizzando ancora una volta la distribuzione ed il cablaggio in DC, inoltre l'elevata tensione di uscita dell'inverter pari a 600V in AC consente ancora una volta l'ottimizzazione del cablaggio di ciascun sottocampo, riducendo le sezioni dei cavi e quindi l'impatto delle vie cavi sulla costruzione del sito.

Le cabine prefabbricate inoltre conterranno i quadri di protezione degli inverter di ciascun sottocampo, i trasformatori e gli interruttori di media tensione.

Le dimensioni delle cabine saranno di 6056x2895x2437 mm (LxHxP).

Il trasporto di tali cabine può avvenire su gomma inoltre le cabine possono essere allestite e precablate e collaudate in officina per essere poi connesse in campo in modalità plug and play.

Si riportano di seguito le caratteristiche dell'inverter :

Technical Data	MVPS 4000-S2	MVPS 4200-S2
<b>Input (DC)</b>		
Available inverters	1 x SC 4000 UP [-US] or 1 x SCS 3450 UP [-US]	1 x SC 4200 UP [-US] or 1 x SCS 3600 UP [-US]
Max. input voltage	1500 V	1500 V
Max. input current	4750 A	4750 A
Number of DC inputs	24 double pole fused (32 single pole fused)	
Integrated zone monitoring	○	
Available DC fuse sizes (per input)	200 A, 250 A, 315 A, 350 A, 400 A, 450 A, 500 A	
<b>Output (AC) on the medium-voltage side</b>		
Rated power at 1000 m and cos phi = 1 (at -25°C to +25°C / at 40°C / at 45°C) <sup>1)</sup>	4000 kVA / 3400 kVA / 0 kVA	4200 kVA / 3570 kVA / 0 kVA
Optional: rated power at 1000 m and cos phi = 1 (at -25°C to +25°C / at 50°C / at 55°C) <sup>1)</sup>	4000 kVA / 3400 kVA / 0 kVA	4200 kVA / 3570 kVA / 0 kVA
Typical nominal AC voltages	11 kV to 35 kV	11 kV to 35 kV
AC power frequency	50 Hz / 60 Hz	50 Hz / 60 Hz
Transformer vector group Dy11 / YNd11 / YNy0	● / ○ / ○	● / ○ / ○
Transformer cooling methods	KNAN <sup>2)</sup>	
Max. output current at 33 kV	70 A	74 A
Transformer no-load losses Standard / Ecodesign at 33 kV	4.0 kW / 3.1 kW	4.2 kW / 3.1 kW
Transformer short-circuit losses Standard / Ecodesign at 33 kV	40.0 kW / 29.5 kW	41.0 kW / 32.5 kW
Max. total harmonic distortion	< 3%	
Reactive power feed-in (up to 60% of nominal power)	○	
Power factor at rated power / displacement power factor adjustable	1 / 0.8 overexcited to 0.8 underexcited	
<b>Inverter efficiency</b>		
Max. efficiency <sup>3)</sup> / European efficiency <sup>3)</sup> / CEC weighted efficiency <sup>4)</sup>	98.7% / 98.6% / 98.5%	98.7% / 98.6% / 98.5%
<b>Protective devices</b>		
Input-side disconnection point	DC load-break switch	
Output-side disconnection point	Medium-voltage vacuum circuit breaker	
DC overvoltage protection	Surge arrester type I	
Galvanic isolation	●	
Internal arc classification medium-voltage control room (according to IEC 62271-202)	IAC A 20 kA 1 s	
<b>General Data</b>		
Dimensions equal to 20-foot HC shipping container (W / H / D)	6058 mm / 2896 mm / 2438 mm	
Weight	< 18 t	
Self-consumption (max. / partial load / average) <sup>1)</sup>	< 8.1 kW / < 1.8 kW / < 2.0 kW	
Self-consumption (stand-by) <sup>1)</sup>	< 370 W	
Degree of protection according to IEC 60529	Control rooms IP23D, inverter electronics IP54	
Environment: standard / harsh	● / ○	
Degree of protection according to IEC 60721-3-4 (4C1, 4S2 / 4C2, 4S4)	● / ○	
Maximum permissible value for relative humidity	95% (for 2 months/year)	
Max. operating altitude above mean sea level 1000 m / 2000 m	● / ○	
Fresh air consumption of inverter	6500 m <sup>3</sup> /h	
<b>Features</b>		

Per il suo alloggio come detto è sufficiente un sottofondo, avente le seguenti caratteristiche :

- Il fondo deve essere un terreno stabile, ad es. in ghiaia.
- In aree con forti precipitazioni o livelli delle acque sotterranee elevati è necessario prevedere un drenaggio.
- Non installare le cabine in avvallamenti per evitare la penetrazione di acqua.
- La base deve essere pulita e resistente per evitare la circolazione di polvere.
- Non superare l'altezza massima del basamento per consentire l'accesso per gli interventi di manutenzione. L'altezza massima del basamento è: 500 mm.



Sottofondo di pietrisco

Posizione	Denominazione
A	Sottofondo di pietrisco
B	Terreno stabile, ad es. ghiaia

Il sottofondo deve soddisfare i seguenti requisiti minimi:

- Il basamento deve presentare un grado di compattamento del 98%.
- Il compattamento del terreno deve essere pari a 150 kN/m<sup>2</sup>.
- Il dislivello deve essere inferiore all'1,5%.
- Vie di accesso e superfici devono essere adatte a veicoli di servizio (ad es. carrello elevatore a forche frontali) senza ostacoli.

Sulla base della potenza di picco del campo in DC e delle caratteristiche dei moduli il campo sarà formato da **71250** moduli da 640 Wp, raggruppati in **2375** stringhe formate da **30** moduli collegati in serie, il campo sarà suddiviso in **10** sottocampi livello I, ciascuno diviso a sua volta in **24** sottocampi di livello II, le stringhe in gruppi di 9-12 afferiscono ai **240** quadri di parallelo di stringa, 2x12 per ciascuno dei 10 sottocampi.

Ogni sottocampo è caratterizzato dalla potenza di 4,5 MWp circa, e da una PS con inverter e un trasformatore da 5000 kVA a 36 kV, in olio, ciascuno con la relativa protezione MT, che elevano l'energia prodotta alla tensione di riferimento della rete, una rete in MT composta da due tronchi radiali raccoglie l'energia e la convoglia nel punto di consegna dove viene immessa nella rete elettrica nazionale con un collegamento in antenna a 36 kV su nuova SE 380/150/36KV da inserire in entra esci su linea RTN a 380 kV Larino – Gissi.

## CALCOLI E VERIFICHE ELETTRICHE

Verifichiamo ora il corretto accoppiamento stringhe inverter in corrispondenza dei valori minimi della temperatura di lavoro dei moduli (-10 °C) e dei valori massimi di lavoro degli stessi (70 °C):

<b>TENSIONI MPPT</b>	
Vm a 70 °C (1012 V) maggiore di Vmppt min. (500.00 V)	<b>VERIFICATO</b>
Vm a -10 °C (1237 V) minore di Vmppt max. (1500.00 V)	<b>VERIFICATO</b>
<b>TENSIONE MASSIMA</b>	
Voc a -10 °C (1500 V) inferiore alla tensione max. dell'ingresso MPPT (1500.00 V)	<b>VERIFICATO</b>
<b>TENSIONE MASSIMA MODULO</b>	
Voc a -10 °C (1500 V) inferiore alla tensione max. di sistema del modulo (1 500.00 V)	<b>VERIFICATO</b>

Verificato il corretto accoppiamento stringhe inverter occorre determinare le sezioni dei circuiti sia in corrente continua che in corrente alternata sia in BT che in MT.

Al fine di ottimizzare le sezioni dei cavi contenendo i costi e le cadute di tensione è fondamentale la corretta individuazione della potenza dei carichi, delle posizioni degli inverter di stringa e delle cabine inverter che devono essere quanto più prossime al baricentro elettrico.

Il valore della caduta di tensione delle nuove linee è stato fissato al 4% e calcolato mediante la seguente formula, come previsto dalla sezione 5 della norma CEI 64/8

$$\Delta V = k \times I_b \times L \times (r \cos\phi + x \sin\phi)$$

Dove:

- K è un fattore di tensione pari a 2 per circuiti monofase e 1,71 per sistemi trifase
- L è la lunghezza della linea
- r è la resistenza per chilometro della linea
- x è la reattanza per chilometro della linea
- 

$$\Delta V\% = 100 \Delta V/V$$

Pertanto tutte le linee di alimentazione sono state dimensionate in modo tale da ottenere per tutta la linea, nelle ipotesi di carico equilibrato (per linee trifase) e concentrato alle estremità della linea, la rispondenza alla seguente condizione:

$$\Delta V\% \leq 4\%$$

Per ciascun tratto si è attribuito una caduta di potenziale massima così determinata :

- tratto CC  $\Delta V\% \leq 1\%$
- tratto AC (BT)  $\Delta V\% \leq 1,5\%$
- tratto AC (MT)  $\Delta V\% \leq 1,5\%$

Il calcolo della portata di conduttori è stato effettuato sulla base delle tabelle CEI UNEL 32024/1 per posa non interrata e CEI UNEL 32024/2 per posa interrata :

- tratto CC Posa non interrata fissa sui tracker cavo FG21OM21
- tratto AC (BT) Posa interrata in cavidotto corrugato cavo FG16R16
- tratto AC (MT) Posa interrata in cavidotto corrugato cavo RG7H1M1

la scelta di avere quadri di campo baricentrici rispetto alle stringhe e cabine MT baricentriche rispetto ai campi consente anche una standardizzazione delle sezioni dei cavi solari tratto CC e dei cavi MT e ciò anche al fine di una migliore gestione commerciale della commessa, fermo restando il rispetto dei limiti della caduta di tensione massima percentuale, si ha pertanto che le sezioni per tali tratti risultano :

- tratto CC : cavo FG21OM21 formazione 2x1x 6 mmq (6 mmq polo positivo e 6 mmq polo negativo)
- tratto AC (MT) : cavo RG7H1M1 formazione 3x1x185 mmq (185 mmq per fase)

in tutti gli altri casi le sezioni sono riassunte nelle seguenti tabelle.

CAMPO 1		Stringhe	Potenza [W]	DENOMINAZIONE LINEA	L [m]	FORMAZIONE CAVO			
INVERTER	QUADRO					TIPO	POLI	N	SEZIONE
1	1	10	192000	L 1. 1	50	FG16R16	2x 1x 35	mmq	
	2	8	153600	L 1. 2	35	FG16R16	2x 1x 35	mmq	
	3	10	192000	L 1. 3	20	FG16R16	2x 1x 35	mmq	
	4	10	192000	L 1. 4	35	FG16R16	2x 1x 35	mmq	
	5	13	249600	L 1. 5	55	FG16R16	2x 1x 35	mmq	
	6	13	249600	L 1. 6	60	FG16R16	2x 1x 35	mmq	
	7	9	172800	L 1. 7	150	FG16R16	2x 1x 50	mmq	
	8	9	172800	L 1. 8	165	FG16R16	2x 1x 50	mmq	
	9	9	172800	L 1. 9	180	FG16R16	2x 1x 70	mmq	
	10	10	192000	L 1. 10	205	FG16R16	2x 1x 70	mmq	
	11	10	192000	L 1. 11	215	FG16R16	2x 1x 70	mmq	
	12	10	192000	L 1. 12	225	FG16R16	2x 1x 70	mmq	
	13	9	172800	L 1. 13	245	FG16R16	2x 1x 70	mmq	
	14	9	172800	L 1. 14	250	FG16R16	2x 1x 70	mmq	
	15	10	192000	L 1. 15	275	FG16R16	2x 1x 95	mmq	
	2	16	10	192000	L 1. 16	275	FG16R16	2x 1x 95	mmq
		17	11	211200	L 1. 17	300	FG16R16	2x 1x 120	mmq
18		10	192000	L 1. 18	300	FG16R16	2x 1x 95	mmq	
19		10	192000	L 1. 19	140	FG16R16	2x 1x 50	mmq	
20		10	192000	L 1. 20	245	FG16R16	2x 1x 95	mmq	
21		10	192000	L 1. 21	290	FG16R16	2x 1x 95	mmq	
22		10	192000	L 1. 22	300	FG16R16	2x 1x 95	mmq	
23		10	192000	L 1. 23	340	FG16R16	2x 1x 120	mmq	
24		8	153600	L 1. 24	320	FG16R16	2x 1x 95	mmq	
		238	4569600						

CAMPO 2		Stringhe	Potenza [W]	DENOMINAZIONE LINEA	L [m]	FORMAZIONE CAVO			
INVERTER	QUADRO					TIPO	POLI	N	SEZIONE
3	1	10	192000	L 2. 1	80	FG16R16	2x 1x 35	mmq	
	2	10	192000	L 2. 2	65	FG16R16	2x 1x 35	mmq	
	3	11	211200	L 2. 3	50	FG16R16	2x 1x 35	mmq	
	4	10	192000	L 2. 4	35	FG16R16	2x 1x 35	mmq	
	5	10	192000	L 2. 5	20	FG16R16	2x 1x 35	mmq	
	6	10	192000	L 2. 6	35	FG16R16	2x 1x 35	mmq	
	7	10	192000	L 2. 7	20	FG16R16	2x 1x 35	mmq	
	8	10	192000	L 2. 8	35	FG16R16	2x 1x 35	mmq	
	9	10	192000	L 2. 9	50	FG16R16	2x 1x 35	mmq	
	10	10	192000	L 2. 10	65	FG16R16	2x 1x 35	mmq	
	11	10	192000	L 2. 11	80	FG16R16	2x 1x 35	mmq	
4	12	9	172800	L 2. 12	105	FG16R16	2x 1x 35	mmq	
	13	9	172800	L 2. 13	120	FG16R16	2x 1x 35	mmq	
	14	12	230400	L 2. 14	135	FG16R16	2x 1x 70	mmq	
	15	10	192000	L 2. 15	285	FG16R16	2x 1x 95	mmq	
	16	8	153600	L 2. 16	270	FG16R16	2x 1x 70	mmq	
	17	10	192000	L 2. 17	240	FG16R16	2x 1x 95	mmq	
	18	10	192000	L 2. 18	225	FG16R16	2x 1x 70	mmq	
	19	10	192000	L 2. 19	270	FG16R16	2x 1x 95	mmq	
	20	10	192000	L 2. 20	270	FG16R16	2x 1x 95	mmq	
	21	10	192000	L 2. 21	315	FG16R16	2x 1x 120	mmq	
	22	8	153600	L 2. 22	355	FG16R16	2x 1x 95	mmq	
	23	10	192000	L 2. 23	360	FG16R16	2x 1x 120	mmq	
	24	10	192000	L 2. 24	400	FG16R16	2x 1x 150	mmq	
		237	4550400						

CAMPO 3		Stringhe	Potenza [W]	DENOMINAZIONE LINEA	L [m]	FORMAZIONE CAVO			
INVERTER	QUADRO					TIPO	POLI	N	SEZIONE
5	1	10	192000	L 3. 1	125	FG16R16	2x 1x	50	mmq
	2	10	192000	L 3. 2	170	FG16R16	2x 1x	70	mmq
	3	10	192000	L 3. 3	215	FG16R16	2x 1x	70	mmq
	4	10	192000	L 3. 4	260	FG16R16	2x 1x	95	mmq
	5	10	192000	L 3. 5	305	FG16R16	2x 1x	120	mmq
	6	10	192000	L 3. 6	350	FG16R16	2x 1x	120	mmq
	7	10	192000	L 3. 7	395	FG16R16	2x 1x	150	mmq
	8	11	211200	L 3. 8	35	FG16R16	2x 1x	35	mmq
	9	10	192000	L 3. 9	15	FG16R16	2x 1x	35	mmq
	10	10	192000	L 3. 10	60	FG16R16	2x 1x	35	mmq
	11	10	192000	L 3. 11	105	FG16R16	2x 1x	35	mmq
	12	10	192000	L 3. 12	150	FG16R16	2x 1x	50	mmq
	13	10	192000	L 3. 13	195	FG16R16	2x 1x	70	mmq
	14	10	192000	L 3. 14	240	FG16R16	2x 1x	95	mmq
	15	10	192000	L 3. 15	285	FG16R16	2x 1x	95	mmq
6	16	9	172800	L 3. 16	15	FG16R16	2x 1x	35	mmq
	17	9	172800	L 3. 17	40	FG16R16	2x 1x	35	mmq
	18	9	172800	L 3. 18	125	FG16R16	2x 1x	50	mmq
	19	10	192000	L 3. 19	170	FG16R16	2x 1x	70	mmq
	20	10	192000	L 3. 20	130	FG16R16	2x 1x	50	mmq
	21	11	211200	L 3. 21	235	FG16R16	2x 1x	95	mmq
	22	10	192000	L 3. 22	280	FG16R16	2x 1x	95	mmq
	23	9	172800	L 3. 23	180	FG16R16	2x 1x	70	mmq
	24	10	192000	L 3. 24	245	FG16R16	2x 1x	95	mmq
		238	4569600						

CAMPO 4		Stringhe	Potenza [W]	DENOMINAZIONE LINEA	L [m]	FORMAZIONE CAVO				
INVERTER	QUADRO					TIPO	POLI	N	SEZIONE	
7	1	10	192000	L 4. 1	70	FG16R16	2x	1x	35	mmq
	2	10	192000	L 4. 2	70	FG16R16	2x	1x	35	mmq
	3	10	192000	L 4. 3	200	FG16R16	2x	1x	70	mmq
	4	10	192000	L 4. 4	245	FG16R16	2x	1x	95	mmq
	5	10	192000	L 4. 5	60	FG16R16	2x	1x	35	mmq
	6	10	192000	L 4. 6	25	FG16R16	2x	1x	35	mmq
	7	10	192000	L 4. 7	70	FG16R16	2x	1x	35	mmq
	8	10	192000	L 4. 8	70	FG16R16	2x	1x	35	mmq
	9	10	192000	L 4. 9	115	FG16R16	2x	1x	50	mmq
	10	10	192000	L 4. 10	130	FG16R16	2x	1x	50	mmq
	11	10	192000	L 4. 11	10	FG16R16	2x	1x	35	mmq
	12	10	192000	L 4. 12	95	FG16R16	2x	1x	35	mmq
	13	9	172800	L 4. 13	110	FG16R16	2x	1x	35	mmq
	14	10	192000	L 4. 14	30	FG16R16	2x	1x	35	mmq
	15	10	192000	L 4. 15	135	FG16R16	2x	1x	50	mmq
8	16	10	192000	L 4. 16	45	FG16R16	2x	1x	35	mmq
	17	10	192000	L 4. 17	385	FG16R16	2x	1x	150	mmq
	18	9	172800	L 4. 18	325	FG16R16	2x	1x	95	mmq
	19	9	172800	L 4. 19	275	FG16R16	2x	1x	95	mmq
	20	10	192000	L 4. 20	240	FG16R16	2x	1x	95	mmq
	21	10	192000	L 4. 21	225	FG16R16	2x	1x	70	mmq
	22	10	192000	L 4. 22	190	FG16R16	2x	1x	70	mmq
	23	10	192000	L 4. 23	220	FG16R16	2x	1x	70	mmq
	24	10	192000	L 4. 24	235	FG16R16	2x	1x	95	mmq
		237	4550400							

CAMPO 5		Stringhe	Potenza [W]	DENOMINAZIONE LINEA	L [m]	FORMAZIONE CAVO				
INVERTER	QUADRO					TIPO	POLI	N	SEZIONE	
9	1	10	192000	L 5. 1	135	FG16R16	2x	1x	50	mmq
	2	11	211200	L 5. 2	105	FG16R16	2x	1x	50	mmq
	3	12	230400	L 5. 3	15	FG16R16	2x	1x	35	mmq
	4	10	192000	L 5. 4	95	FG16R16	2x	1x	35	mmq
	5	10	192000	L 5. 5	140	FG16R16	2x	1x	50	mmq
	6	10	192000	L 5. 6	185	FG16R16	2x	1x	70	mmq
	7	10	192000	L 5. 7	230	FG16R16	2x	1x	70	mmq
	8	13	249600	L 5. 8	15	FG16R16	2x	1x	35	mmq
	9	10	192000	L 5. 9	80	FG16R16	2x	1x	35	mmq
	10	10	192000	L 5. 10	125	FG16R16	2x	1x	50	mmq
	11	10	192000	L 5. 11	170	FG16R16	2x	1x	70	mmq
	12	10	192000	L 5. 12	215	FG16R16	2x	1x	70	mmq
10	13	11	211200	L 5. 13	70	FG16R16	2x	1x	35	mmq
	14	10	192000	L 5. 14	85	FG16R16	2x	1x	35	mmq
	15	11	211200	L 5. 15	130	FG16R16	2x	1x	50	mmq
	16	10	192000	L 5. 16	80	FG16R16	2x	1x	35	mmq
	17	10	192000	L 5. 17	65	FG16R16	2x	1x	35	mmq
	18	10	192000	L 5. 18	50	FG16R16	2x	1x	35	mmq
	19	10	192000	L 5. 19	65	FG16R16	2x	1x	35	mmq
	20	10	192000	L 5. 20	80	FG16R16	2x	1x	35	mmq
	21	10	192000	L 5. 21	95	FG16R16	2x	1x	35	mmq
	22	10	192000	L 5. 22	110	FG16R16	2x	1x	35	mmq
	23	10	192000	L 5. 23	125	FG16R16	2x	1x	50	mmq
	24	9	172800	L 5. 24	140	FG16R16	2x	1x	50	mmq
		247	4742400							

CAMPO 6		Stringhe	Potenza	DENOMINAZIONE LINEA	L [m]	FORMAZIONE CAVO				
INVERTER	QUADRO		[W]			TIPO	POLI	N	SEZIONE	
11	1	9	172800	L 6. 1	60	FG16R16	2x	1x	35	mmq
	2	9	172800	L 6. 2	15	FG16R16	2x	1x	35	mmq
	3	10	192000	L 6. 3	35	FG16R16	2x	1x	35	mmq
	4	9	172800	L 6. 4	60	FG16R16	2x	1x	35	mmq
	5	10	192000	L 6. 5	85	FG16R16	2x	1x	35	mmq
	6	9	172800	L 6. 6	110	FG16R16	2x	1x	35	mmq
	7	8	153600	L 6. 7	135	FG16R16	2x	1x	35	mmq
	8	9	172800	L 6. 8	165	FG16R16	2x	1x	50	mmq
	9	10	192000	L 6. 9	190	FG16R16	2x	1x	70	mmq
	10	10	192000	L 6. 10	200	FG16R16	2x	1x	70	mmq
	11	9	172800	L 6. 11	210	FG16R16	2x	1x	70	mmq
12	12	9	172800	L 6. 12	220	FG16R16	2x	1x	70	mmq
	13	10	192000	L 6. 13	300	FG16R16	2x	1x	95	mmq
	14	9	172800	L 6. 14	350	FG16R16	2x	1x	120	mmq
	15	10	192000	L 6. 15	420	FG16R16	2x	1x	150	mmq
	16	9	172800	L 6. 16	430	FG16R16	2x	1x	120	mmq
	17	11	211200	L 6. 17	150	FG16R16	2x	1x	70	mmq
	18	10	192000	L 6. 18	190	FG16R16	2x	1x	70	mmq
	19	11	211200	L 6. 19	205	FG16R16	2x	1x	95	mmq
	20	10	192000	L 6. 20	245	FG16R16	2x	1x	95	mmq
	21	11	211200	L 6. 21	270	FG16R16	2x	1x	95	mmq
	22	10	192000	L 6. 22	330	FG16R16	2x	1x	120	mmq
	23	10	192000	L 6. 23	375	FG16R16	2x	1x	120	mmq
	24	10	192000	L 6. 24	420	FG16R16	2x	1x	150	mmq
		232	4454400							

CAMPO 7		Stringhe	Potenza [W]	DENOMINAZIONE LINEA	L [m]	FORMAZIONE CAVO			
INVERTER	QUADRO					TIPO	POLI	N	SEZIONE
13	1	9	172800	L 7. 1	35	FG16R16	2x 1x 35	mmq	
	2	10	192000	L 7. 2	70	FG16R16	2x 1x 35	mmq	
	3	11	211200	L 7. 3	105	FG16R16	2x 1x 50	mmq	
	4	8	153600	L 7. 4	125	FG16R16	2x 1x 35	mmq	
	5	10	192000	L 7. 5	140	FG16R16	2x 1x 50	mmq	
	6	10	192000	L 7. 6	155	FG16R16	2x 1x 50	mmq	
	7	10	192000	L 7. 7	170	FG16R16	2x 1x 70	mmq	
	8	10	192000	L 7. 8	185	FG16R16	2x 1x 70	mmq	
	9	10	192000	L 7. 9	200	FG16R16	2x 1x 70	mmq	
	10	10	192000	L 7. 10	215	FG16R16	2x 1x 70	mmq	
	11	10	192000	L 7. 11	230	FG16R16	2x 1x 70	mmq	
	12	10	192000	L 7. 12	245	FG16R16	2x 1x 95	mmq	
	14	13	10	192000	L 7. 13	260	FG16R16	2x 1x 95	mmq
14		10	192000	L 7. 14	275	FG16R16	2x 1x 95	mmq	
15		8	153600	L 7. 15	290	FG16R16	2x 1x 95	mmq	
16		8	153600	L 7. 16	305	FG16R16	2x 1x 95	mmq	
17		10	192000	L 7. 17	40	FG16R16	2x 1x 35	mmq	
18		10	192000	L 7. 18	85	FG16R16	2x 1x 35	mmq	
19		10	192000	L 7. 19	75	FG16R16	2x 1x 35	mmq	
20		10	192000	L 7. 20	120	FG16R16	2x 1x 50	mmq	
21		10	192000	L 7. 21	130	FG16R16	2x 1x 50	mmq	
22		10	192000	L 7. 22	175	FG16R16	2x 1x 70	mmq	
23		10	192000	L 7. 23	205	FG16R16	2x 1x 70	mmq	
24		10	192000	L 7. 24	250	FG16R16	2x 1x 95	mmq	
		234	4492800						

CAMPO 8		Stringhe	Potenza [W]	DENOMINAZIONE LINEA	L [m]	FORMAZIONE CAVO			
INVERTER	QUADRO					TIPO	POLI	N	SEZIONE
15	1	9	172800	L 8. 1	315	FG16R16	2x 1x	95	mmq
	2	10	192000	L 8. 2	260	FG16R16	2x 1x	95	mmq
	3	10	192000	L 8. 3	230	FG16R16	2x 1x	70	mmq
	4	9	172800	L 8. 4	180	FG16R16	2x 1x	70	mmq
	5	10	192000	L 8. 5	150	FG16R16	2x 1x	50	mmq
	6	10	192000	L 8. 6	150	FG16R16	2x 1x	50	mmq
	7	12	230400	L 8. 7	125	FG16R16	2x 1x	50	mmq
	8	10	192000	L 8. 8	105	FG16R16	2x 1x	35	mmq
	9	10	192000	L 8. 9	85	FG16R16	2x 1x	35	mmq
	10	10	192000	L 8. 10	55	FG16R16	2x 1x	35	mmq
	11	12	230400	L 8. 11	235	FG16R16	2x 1x	95	mmq
	12	8	153600	L 8. 12	20	FG16R16	2x 1x	35	mmq
16	13	9	172800	L 8. 13	30	FG16R16	2x 1x	35	mmq
	14	10	192000	L 8. 14	370	FG16R16	2x 1x	120	mmq
	15	10	192000	L 8. 15	310	FG16R16	2x 1x	120	mmq
	16	10	192000	L 8. 16	290	FG16R16	2x 1x	95	mmq
	17	10	192000	L 8. 17	140	FG16R16	2x 1x	50	mmq
	18	10	192000	L 8. 18	275	FG16R16	2x 1x	95	mmq
	19	10	192000	L 8. 19	290	FG16R16	2x 1x	95	mmq
	20	10	192000	L 8. 20	290	FG16R16	2x 1x	95	mmq
	21	10	192000	L 8. 21	310	FG16R16	2x 1x	120	mmq
	22	10	192000	L 8. 22	340	FG16R16	2x 1x	120	mmq
	23	9	172800	L 8. 23	350	FG16R16	2x 1x	120	mmq
	24	10	192000	L 8. 24	375	FG16R16	2x 1x	120	mmq
		238	4569600						

CAMPO 9		Stringhe	Potenza [W]	DENOMINAZIONE LINEA	L [m]	FORMAZIONE CAVO				
INVERTER	QUADRO					TIPO	POLI	N	SEZIONE	
17	1	11	211200	L 9. 1	175	FG16R16	2x	1x	70	mmq
	2	10	192000	L 9. 2	160	FG16R16	2x	1x	50	mmq
	3	11	211200	L 9. 3	135	FG16R16	2x	1x	50	mmq
	4	10	192000	L 9. 4	110	FG16R16	2x	1x	35	mmq
	5	12	230400	L 9. 5	35	FG16R16	2x	1x	35	mmq
	6	11	211200	L 9. 6	15	FG16R16	2x	1x	35	mmq
	7	9	172800	L 9. 7	15	FG16R16	2x	1x	35	mmq
	8	10	192000	L 9. 8	65	FG16R16	2x	1x	35	mmq
	9	10	192000	L 9. 9	80	FG16R16	2x	1x	35	mmq
	10	8	153600	L 9. 10	125	FG16R16	2x	1x	35	mmq
	11	10	192000	L 9. 11	310	FG16R16	2x	1x	120	mmq
	12	10	192000	L 9. 12	145	FG16R16	2x	1x	50	mmq
18	13	10	192000	L 9. 13	125	FG16R16	2x	1x	50	mmq
	14	10	192000	L 9. 14	90	FG16R16	2x	1x	35	mmq
	15	8	153600	L 9. 15	115	FG16R16	2x	1x	35	mmq
	16	8	153600	L 9. 16	150	FG16R16	2x	1x	50	mmq
	17	9	172800	L 9. 17	210	FG16R16	2x	1x	70	mmq
	18	10	192000	L 9. 18	250	FG16R16	2x	1x	95	mmq
	19	10	192000	L 9. 19	275	FG16R16	2x	1x	95	mmq
	20	10	192000	L 9. 20	300	FG16R16	2x	1x	95	mmq
	21	10	192000	L 9. 21	325	FG16R16	2x	1x	120	mmq
	22	9	172800	L 9. 22	440	FG16R16	2x	1x	150	mmq
	23	10	192000	L 9. 23	475	FG16R16	2x	1x	150	mmq
	24	10	192000	L 9. 24	490	FG16R16	2x	1x	150	mmq
		236	4531200							

CAMPO 10		Stringhe	Potenza [W]	DENOMINAZIONE LINEA	L [m]	FORMAZIONE CAVO				
INVERTER	QUADRO					TIPO	POLI	N	SEZIONE	
19	1	10	192000	L 10. 1	45	FG16R16	2x	1x	35	mmq
	2	10	192000	L 10. 2	90	FG16R16	2x	1x	35	mmq
	3	10	192000	L 10. 3	135	FG16R16	2x	1x	50	mmq
	4	10	192000	L 10. 4	180	FG16R16	2x	1x	70	mmq
	5	10	192000	L 10. 5	225	FG16R16	2x	1x	70	mmq
	6	10	192000	L 10. 6	270	FG16R16	2x	1x	95	mmq
	7	10	192000	L 10. 7	315	FG16R16	2x	1x	120	mmq
	8	10	192000	L 10. 8	360	FG16R16	2x	1x	120	mmq
	9	10	192000	L 10. 9	405	FG16R16	2x	1x	150	mmq
	10	11	211200	L 10. 10	25	FG16R16	2x	1x	35	mmq
	11	10	192000	L 10. 11	70	FG16R16	2x	1x	35	mmq
20	12	10	192000	L 10. 12	115	FG16R16	2x	1x	50	mmq
	13	10	192000	L 10. 13	160	FG16R16	2x	1x	50	mmq
	14	10	192000	L 10. 14	205	FG16R16	2x	1x	70	mmq
	15	10	192000	L 10. 15	250	FG16R16	2x	1x	95	mmq
	16	10	192000	L 10. 16	295	FG16R16	2x	1x	95	mmq
	17	10	192000	L 10. 17	340	FG16R16	2x	1x	120	mmq
	18	10	192000	L 10. 18	385	FG16R16	2x	1x	120	mmq
	19	11	211200	L 10. 19	30	FG16R16	2x	1x	35	mmq
	20	10	192000	L 10. 20	115	FG16R16	2x	1x	50	mmq
	21	10	192000	L 10. 21	125	FG16R16	2x	1x	50	mmq
	22	10	192000	L 10. 22	130	FG16R16	2x	1x	50	mmq
	23	8	153600	L 10. 23	320	FG16R16	2x	1x	95	mmq
	24	8	153600	L 10. 24	365	FG16R16	2x	1x	95	mmq
		238	4569600							

La protezione delle linee di alimentazione dal sovraccarico verrà realizzata con fusibili sul lato CC e con interruttori automatici di massima corrente su tutte le linee AC idonee per tensioni di lavoro 1500 Vac. Le condizioni a cui dovranno soddisfare i dispositivi scelti, sono le seguenti:

$$I_b \leq I_n \leq I_z$$

(CEI 64-8, art. 433.2)

E

$$I_f \leq 1.45 I_z$$

Dove

- $I_b$  = corrente di impiego del cavo
- $I_n$  = corrente nominale dell'interruttore
- $I_z$  = portata del conduttore
- $I_f$  = corrente di funzionamento del dispositivo

La protezione dal cortocircuito verrà assicurata installando interruttori aventi potere di interruzione, direttamente o per filiazione, sicuramente superiore alla massima corrente di cortocircuito nel punto di installazione.

Per la protezione dei cavi contro il cortocircuito ad inizio linea è stata invece verificata la seguente espressione:

$$I^2 t \leq K^2 S^2$$

Dove

- $I^2 t$  è l'energia specifica lasciata passare dall'interruttore
- $K$  costante caratteristica dei cavi in funzione del tipo di isolante con conduttori in rame
- $S$  sezione del cavo in  $\text{mm}^2$

Il potere di interruzione scelto per gli interruttori sarà maggiore del massimo valore della corrente di cortocircuito presunto e comunque in nessun caso inferiore a 16 kA.

Si rimanda agli elaborati grafici per quanto riguarda gli schemi unifilari dei quadri elettrici BT ed MT.

Il Tecnico  
Dott. Ing. Nicola Incampo



ORDINE DEGLI INGEGNERI  
INGEGNERE  
NICOLA  
INCAMPO  
Sez. A - 6280  
CIVILE AMBIENTALE  
b) INDUSTRIALE  
CLASSE INFORMATICA  
PROVINCIA DI BARI